



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 40 41 723 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
G 05 D 3/12
G 01 B 11/03
E 21 B 44/00
E 21 B 47/022

②① Aktenzeichen: P 40 41 723.9
②② Anmeldetag: 24. 12. 90
②③ Offenlegungstag: 25. 6. 92

DE 40 41 723 A 1

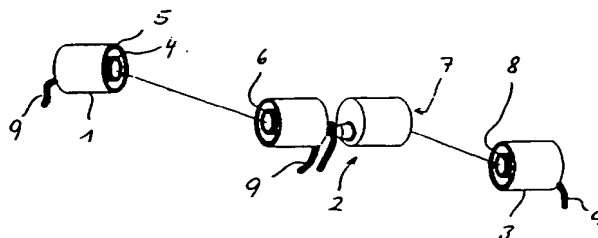
⑦① Anmelder:
Thiedig, Ullrich, Dipl.-Ing.; Wente, Holger, Dipl.-Ing.;
Köster, Bernd, Dr., 3300 Braunschweig, DE

⑦④ Vertreter:
Gramm, W., Prof.Dipl.-Ing.; Lins, E., Dipl.-Phys.,
Pat.-Anwälte, 3300 Braunschweig

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines Meßpunktes relativ zu einem Bezugspunkt

⑤⑦ Zur Bestimmung der Position eines Meßpunktes relativ zu einem Bezugspunkt, insbesondere zur Steuerung und/oder Kontrolle des Vortriebs einer Bohrung, unter Verwendung wenigstens zweier Kameras (4, 6, 7, 8) und wenigstens zweier Zielmarkierungen (5) durch Auswertung der Bildinhalte der Kameras (4, 6, 7, 8) werden die Zielmarkierungen (5) in einer festen räumlichen Anordnung zu jeweils einer Kamera (4, 6, 7, 8) angeordnet und weisen eine definierte geometrische Struktur auf. Die Kameras (4, 6, 7, 8) werden so angeordnet, daß sich jeweils zwei gegenseitig im Blickfeld befinden.



DE 40 41 723 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Position eines Meßpunktes relativ zu einem Bezugspunkt, insbesondere zur Steuerung und/oder Kontrolle des Vortriebs einer Bohrung, unter Verwendung wenigstens zweier Kameras und wenigstens zweier Zielmarkierungen durch Auswertung der Bildinhalte der Kameras. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Das Problem einer derartigen Positionsbestimmung stellt sich insbesondere bei der Durchführung unterirdischer Bohrungen, wenn gleichzeitig ein Rohrvortrieb mit der Bohrung ausgeführt wird. Eine Abweichung des Bohrkopfes von der Sollrichtung führt dabei sofort zu einer entsprechenden Abweichung der Verrohrung. Es ist deshalb erforderlich, Positionsbestimmungen in kurzen Abständen vorzunehmen oder vorzugsweise den Bohrvortrieb kontinuierlich zu überwachen und in Abhängigkeit von den ermittelten Meßwerten zu steuern. Eine Übersicht über die hierfür bekannten Meß- und Steuerverfahren enthält der Aufsatz "Meß- und Steuertechnik beim unterirdischen Rohrvortrieb" in der Zeitschrift TIS 1986, Seite 67 bis 77. Demgemäß ist es bekannt, an der Vortriebsmaschine eine Zieltafel anzubringen, die von einem außerhalb des Schachtes angeordneten Laser angestrahlt wird. Eine Abweichung des Auftreffpunktes des Laserstrahls von der Sollposition kann durch eine Korrektur der Vortriebsrichtung ausgeglichen werden. Voraussetzung für eine derartige Vortriebsrichtungsbestimmung ist ein freier optischer Weg über die gesamte Rohrlänge. Da der Laserstrahl mit zunehmendem Vortrieb lange Rohrstrecken überbrücken muß, kann es durch temperaturbedingte Luftschichtungen zu Ablenkungen des Laserstrahls kommen, die einen Meßfehler verursachen. Aufgrund der nicht vermeidbaren geringen Divergenz eines Laserstrahls weitet sich der Laserfleck mit zunehmender Entfernung der Zieltafel vom Laser auf, wodurch die Auswertung des Laserflecks bezüglich seines Schwerpunktes erschwert wird.

Es ist ferner bekannt, die Vermessung in der Rohrstrecke mit einem Theodoliten durchzuführen. Dabei kann der Theodolit mit zwei Zieltafeln zusammenwirken, nämlich mit einer Zieltafel in Bohrrichtung ("vortwärtsschauend") und mit einer Zieltafel in entgegengesetzter Richtung ("rückwärtsschauend"). Hierzu muß der Theodolit geschwenkt werden.

Ausgehend von dem beschriebenen Vermessungsprinzip mit dem Theodoliten ist ein Meßverfahren mit zwei Halbleiterkameras entwickelt worden, die miteinander gekoppelt sind und in derselben optischen Achse in entgegengesetzte Richtungen blicken. Die vorwärtsblickende Kamera peilt eine Zieltafel am Vortriebskopf an, während die rückwärtsblickende Kamera eine Referenz-Zieltafel in der bereits durchgeführten Verrohrung überwacht. Bei jeder Messung werden die Bilder beider Zieltafeln von den Kameras aufgenommen, in einen Rechner eingespeist und von diesem mit den Bildern, die in der vorangegangenen Phase aufgenommen und abgespeichert wurden, verglichen. Unter Berücksichtigung der Positionsänderung der Kamera und der Verrollung des Rohres und damit des Kamerastandortes, die durch zwei orthogonal angeordnete Inklinometer gemessen werden, wird die Lage der vorderen Zieltafel und damit auch der Vortriebsmaschine berechnet. Der erforderlichen Bestimmung des Kamerastandortes kommt somit eine erhebliche Bedeutung zu. Eine kontinuierliche und

automatische Überwachung des Vortriebs ist somit nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine neuartige Bestimmung der Position eines Meßpunktes relativ zu einem Bezugspunkt anzugeben, die auch eine kontinuierliche und automatische Positionsüberwachung und -steuerung erlaubt.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das Verfahren der eingangs erwähnten Art erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Zielmarkierungen in einer festen räumlichen Anordnung zu jeweils einer Kamera angeordnet werden und eine definierte geometrische Struktur aufweisen und daß die Kameras so angeordnet werden, daß sich jeweils zwei gegenseitig im Blickfeld befinden.

Die erfindungsgemäße Vermessung findet somit mit zwei Kameras statt, die sich gegenseitig im Blickfeld haben, wobei jede Kamera die der anderen Kamera räumlich zugeordnete Zielmarkierung abbildet. Die eine definierte geometrische Struktur aufweisende Zielmarkierung erlaubt die Richtungsbestimmung für den die beiden Kameras verbindenden Vektor durch eine Auswertung der Verzerrung des Bildes der Zielmarkierung, wenn die Schwerpunkte ihrer Bilder außerhalb der optischen Achse der aufnehmenden Kamera liegen. Die gleiche Bestimmung ist möglich, wenn aus dem Bild der geometrischen Struktur der Zielmarkierung ein Meßpunkt bestimmt wird, der zur Bestimmung des von dem Bezugspunkt zur Zielmarkierung zeigenden Vektors verwendet wird. Dabei kann der Meßpunkt beispielsweise durch eine Schwerpunktermittlung des Bildes der Zielmarkierung ermittelt werden.

Die Ermittlung des Meßpunktes ist mit einer Subpixelgenauigkeit möglich. Die Genauigkeit kann noch dadurch gesteigert werden, daß für die Ermittlung des Meßpunktes nur Bildpunkte verwendet werden, deren Grauwerte in einem vorgewählten Bereich liegen. Zur weiteren Erhöhung der Genauigkeit kann die Bestimmung des Meßpunktes für verschiedene Grauwertbereiche vorgenommen werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt die Bestimmung der Position eines Meßpunktes relativ zu einem Bezugspunkt auch bei einer längeren gekrümmten Bohrung durch eine mehrfache Positionsbestimmung in einem Polygonzug. Die Positionsbestimmung in der gekrümmten Bohrung wird durch aneinandergereihte geradlinige Abschnitte vorgenommen.

Zusätzlich zu der optischen Auswertung mit den Bildern der beiden sich gegenseitig im Blickfeld habenden Kameras kann eine Entfernungsmessung durchgeführt werden, um die Positionsbestimmung zu vervollständigen. Es ist aber auch möglich, bei einer vorgegebenen Brennweite der Kameras die Entfernungsmessung durch die Bestimmung der Größe des scharf abgebildeten Bildes der Zielmarkierung vorzunehmen. Die Bestimmung der Schärfe und gegebenenfalls die Größe des Bildes kann dabei durch Auswertung der Ortsfrequenz Anteil der transformierten Graustufen vorgenommen werden. Unterzieht man die Grauwertabstufungen einer Fourier-Transformation, entsprechen die Änderungen der Grauwerte Frequenzwerten. Durch Detektion höher frequenter Anteile kann festgestellt werden, ob eine gewünschte Schärfe der Abbildung vorliegt. Durch Ermittlung der höheren Frequenzen Anteil kann auch die Größe des Bildes nach einem definierten Kriterium festgestellt werden.

Die oben erwähnte Aufgabe wird ferner mit einer Vorrichtung gelöst, bei der die Zielmarkierung in einer

festen räumlichen Anordnung zu jeweils einer Kamera angeordnet sind und die zwei Kameras so angeordnet sind, daß sie sich gegenseitig im Blickfeld befinden. Dabei sind die Zielmarkierungen vorzugsweise geometrische Figuren mit einem definierten Schwerpunkt, wobei sich vorzugsweise der Schwerpunkt der geometrischen Figur in der optischen Achse der zugehörigen Kamera befindet.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die geometrische Figur dadurch gebildet, daß jede Kamera einen ihre Optik konzentrisch umgebenden Leuchtring aufweist. Der Leuchtring kann vorzugsweise durch ein lichtleitendes Rohr gebildet sein, an dessen kamerafernen Ende eine Mehrzahl von Leuchtelementen, vorzugsweise Leuchtdioden, angeordnet ist. Über die Wandung des lichtleitenden Rohres verteilen sich die Leuchtintensitäten der Leuchtelemente zu einem im wesentlichen homogen strahlenden Ring.

In einer alternativen Ausführungsform wird die Zielmarkierung dadurch realisiert, daß jede Kamera einen optischen Strahler in einer fixierten räumlichen Anordnung zu der Kamera und eine im Blickfeld der Kamera angeordnete Mattscheibe aufweist, die von dem optischen Strahler der anderen Kamera zur Bildung der Zielmarkierung angestrahlt wird. Da die Mattscheibe von der Kamera betrachtet wird, zu der sie ein festes räumliches Verhältnis hat, gestaltet sich die Optik der Kamera sehr einfach und es liegen immer gleiche Abbildungsverhältnisse vor. Als optische Strahler werden hierbei vorzugsweise Laser verwendet.

Besonders bevorzugt ist eine Anordnung, bei der eine vorwärtsschauende Kamera an einem Bezugspunkt angeordnet ist und sich eine rückwärtsschauende Kamera an der Vortriebsvorrichtung befindet. In diesem Fall ist die erfindungsgemäße Vorrichtung vorzugsweise mit einer Station mit zwei starr miteinander verbundenen Kameras versehen, deren Blickfelder mit derselben optischen Achse in entgegengesetzten Richtungen ausgerichtet sind und die sich jeweils bei einer ihnen zugeordneten, entfernten und in ihrem Blickfeld befindlichen Kamera im Blickfeld befinden. Die entfernten Kameras können dabei durch die Kamera an der Vortriebsvorrichtung und an dem Bezugspunkt gebildet sein.

Es kann zweckmäßig sein, wenigstens eine Kamera bezüglich wenigstens eines Winkels verstellbar auszubilden, wobei der Verstellwert elektrisch erfassbar ist und somit für die Auswertung berücksichtigt werden kann. Hierdurch ist es möglich, bei gekrümmten Bohrungen auch größere Abstände vorzusehen, weil beispielsweise die Referenzkamera um einen bestimmten Winkel in Richtung der Krümmung gedreht werden kann und so über eine größere Strecke eine in Richtung des Bohrfortschritts vorn liegende Kamera im Blickfeld haben kann. Die Winkelbestimmung muß dabei mit einer erheblichen Genauigkeit vorgenommen werden. Dies kann beispielsweise durch die Verstellung mit einem Winkel-Inkrementalgeber erreicht werden.

Die Erfindung soll im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anordnung mit drei Meßstationen,

Fig. 2 eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung von Vektoren, deren Summe zur Positionsbestimmung führt,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform für Zielmarkierungen bei zwei Meßstationen.

In der Darstellung der Fig. 1 befindet sich eine erste Meßstation 1 in einer bezüglich Ort und Ausrichtung definierten Lage. Die Positionsbestimmung kann durch vorherige Messungen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren oder in herkömmlicher Weise erfolgt sein.

Eine zweite Meßstation 2 ist als Doppel-Meßstation ausgebildet und befindet sich in Richtung Bohrfortschritt vor der ersten Meßstation 1. Eine dritte Meßstation 3 ist am Bohrkopf der Bohrvortriebsmaschine angeordnet und, wie die erste Meßstation 1, als Einfach-Meßstation ausgebildet.

Die Meßstationen weisen jeweils Kameras 4 auf, deren Objektiv konzentrisch von einem zylindrischen, vorn durchsichtigen Gehäuse 5 umgeben ist, dessen vordere Gehäusekante als zur optischen Achse der Kamera konzentrischer Leuchtring ausgebildet ist. Die in Richtung Bohrfortschritt schauende Kamera 4 der ersten Meßstation befindet sich im Blickfeld einer rückwärtsschauenden Kamera 6 der Doppel-Meßstation 2. In gleicher Weise haben sich eine vorwärtsschauende Kamera 7 der Doppel-Meßstation 2 und eine rückwärtsschauende Kamera 8 in der Meßstation 3 am Bohrkopf gegenseitig im Blickfeld.

Aufgrund der in der Regel unterschiedlichen Ausrichtung der optischen Achsen der einander anschauenden Kameras 4, 6 und 7, 8 erscheinen die Leuchtringe 5 auf dem Bildschirm der den Leuchtring 5 aufnehmenden Kamera verzerrt. Die gewünschte Richtungsbestimmung, für den die beiden Meßstationen verbindenden Vektor könnte analytisch aus der Verzerrung ermittelt werden. Es ist jedoch einfacher, lediglich eine Schwerpunktsbestimmung des Bildes des Leuchtringes vorzunehmen. Durch die gegenseitige Bestimmung der Schwerpunkte durch die beiden sich anschauenden Kameras 4, 6 bzw. 7, 8 ist die Ermittlung des Richtungsvektors zwischen den Mittelpunkten der Leuchtringe 5 ohne weiteres möglich.

Zur Durchführung der Auswertungen sind die Kameras 4, 6, 7, 8 der Meßstationen 1, 2, 3 jeweils mit einem Anschluß 9 für einen Rechner verbunden.

Wie Fig. 2 verdeutlicht, werden die Vektoren r_1 und r_2 dadurch ermittelt, daß sich die Bildparameter durch eine Drehung — ausgedrückt in Kugelkoordinaten — ineinander überführen lassen. Zu den ermittelten Vektoren r_1 und r_2 ist der Systemparameter D_2 hinzuaddieren, der den Abstand zwischen den durch die Mittelpunkte der Leuchtringe 5 definierten Zielpunkte in der Doppel-Meßstation 2 charakterisiert.

Durch die Schwerpunktsbestimmung der Bilder der sich einander anschauenden Kameras 4, 6 und 7, 8 läßt sich zunächst nur die Richtung des Vektors r_1 bzw. r_2 bestimmen, jedoch noch nicht sein Betrag. Hierfür ist eine Berücksichtigung des Abstandes zwischen den Zielpunkten erforderlich. Werden die Meßstationen 1, 2, 3 jeweils in genau vorbestimmten Abständen zueinander montiert, kann eine Abstandsbestimmung gegebenenfalls entfallen. In der Regel wird die Abstandsbestimmung wegen der Ungenauigkeiten beim Montieren der Meßstationen 1, 2, 3, wegen des Spiels zwischen den aneinanderstoßenden Ringen der Tunnelverrohrung und insbesondere bei einer Messung über eine Zwischenpreßstation hinweg jedoch erforderlich sein. Die Abstandsbestimmung kann dann durch eine Messung der Größe des scharf abgebildeten Bildes des jeweiligen Leuchtringes 5 vorgenommen werden, wenn die hierfür erforderliche Brennweite festgestellt wird. Es ist aber auch möglich, spezielle Distanzmeßpunkte vorzusehen,

wie dies in Fig. 2 angedeutet ist. Die Distanzmeßpunkte stehen in einer vorbestimmten räumlichen Beziehung zu den Zielpunkten. Ihr Abstand l_1 kann ebenfalls durch Bildauswertung oder aber durch herkömmliche Abstandsmeßverfahren (Ultraschall usw.) bestimmt werden.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Anordnung sind den Kameras 4, 6 jeweils ein Laser 10, 11 räumlich fixiert zugeordnet. Darüber hinaus befindet sich vor jeder Kamera 4, 6 jeweils eine Mattscheibe 12, 13, die von dem Laser 11, 10 der jeweils anderen Kamera 4, 6 angestrahlt wird, so daß auf der Mattscheibe 12, 13 ein Bild 14 durch den Auftreffpunkt des der anderen Kamera 4, 6 zugeordneten Lasers 10, 11 entsteht. Senden die Laser 10, 11 einen im Querschnitt kreisrunden Strahl aus, wird dieser beim schrägen Auftreffen auf die jeweilige Mattscheibe 12, 13 elliptisch verformt, so daß durch Bildauswertung des Auftreffbildes 14 auf der Mattscheibe 12, 13 die Lageinformation erhalten werden kann.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß das erfindungsgemäße Verfahren die Einfügung einer Doppel-Meßstation 2 nicht erfordert sondern iterativ mit den Einfach-Meßstationen 1 und 3 ausgeführt werden kann. Ebenso ist klar, daß statt einer Doppel-Meßstation 2 auch mehrere Doppel-Meßstationen 2 Verwendung finden können, um längere Streckenabschnitte automatisch zu vermessen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Position eines Meßpunktes relativ zu einem Bezugspunkt, insbesondere zur Steuerung und/oder Kontrolle des Vortriebs einer Bohrung, unter Verwendung wenigstens zweier Kameras (4, 6, 7, 8) und wenigstens zweier Zielmarkierungen (5) durch Auswertung der Bildinhalte der Kameras (4, 6, 7, 8), dadurch gekennzeichnet, daß die Zielmarkierungen (5) in einer festen räumlichen Anordnung zu jeweils einer Kamera (4, 6, 7, 8) angeordnet werden und eine definierte geometrische Struktur aufweisen und daß die Kameras (4, 6, 7, 8) so angeordnet werden, daß sich jeweils zwei gegenseitig im Blickfeld befinden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung des den Meßpunkt mit dem Bezugspunkt verbindenden Vektors durch Auswertung der Verzerrungen der Bilder der Zielmarkierungen (5) erfolgt, wenn die Schwerpunkte ihrer Bilder außerhalb der optischen Achse der aufnehmenden Kamera (4, 6, 7, 8) liegen.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Bild der geometrischen Struktur der Zielmarkierung (5; 10, 11) ein Meßpunkt bestimmt wird, der zur Bestimmung des von dem Bezugspunkt zur Zielmarkierung zeigenden Vektors r_1 und r_2 verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßpunkt durch eine Schwerpunktsermittlung des Bildes der Zielmarkierung ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Ermittlung des Meßpunktes nur Bildpunkte verwendet werden, deren Grauwerte in einem vorgewählten Bereich liegen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß für verschiedene Grauwertbereiche

die Bestimmung des Meßpunktes vorgenommen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Position eines Meßpunktes relativ zu einem Bezugspunkt bei einer gekrümmten Bohrung durch eine mehrfache Positionsbestimmung in einem Polygonzug vorgenommen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Entfernungsmessung vorgenommen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Entfernungsmessung durch eine Auswertung der Abbildungsbedingungen für die scharf abgebildete Zielmarkierung (5) vorgenommen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernungsmessung durch eine Auswertung der Größe der scharf abgebildeten Zielmarkierung (5) erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung der Schärfe und gegebenenfalls der Größe des Bildes durch eine Auswertung der Ortsfrequenz Anteile der transformierten Graustufen erfolgt.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Zielmarkierungen (5) in einer festen räumlichen Anordnung zu jeweils einer Kamera (4, 6, 7, 8) angeordnet sind und daß zwei Kameras so angeordnet sind, daß sie sich gegenseitig im Blickfeld befinden.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Zielmarkierungen (5) durch geometrische Figuren mit einem definierten Schwerpunkt gebildet sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Schwerpunkt der geometrischen Figuren in der optischen Achse der zugehörigen Kamera (4, 6, 7, 8) befindet.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß jede Kamera (4, 6, 7, 8) wenigstens einen ihre Optik konzentrisch umgebenden Leuchtring (5) aufweist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Leuchtring (5) durch ein lichtleitendes Rohr gebildet ist, an dessen kamerafernen Ende eine Mehrzahl von Leuchtelementen angeordnet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß jede Kamera (4, 6) einen optischen Strahler (10, 11) in einer fixierten räumlichen Anordnung und eine im Blickfeld der Kamera (4, 6) angeordnete Mattscheibe (12, 13) aufweist, die von dem optischen Strahler (10, 11) der anderen Kamera (4, 6) zur Abbildung der Zielmarkierung angestrahlt wird.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, gekennzeichnet durch eine Station (2) mit zwei miteinander verbundenen Kameras (6, 7), deren Blickfelder mit derselben optischen Achse in entgegengesetzten Richtungen ausgerichtet sind und die sich jeweils bei ein r ihr zugeordneten, entfernten und in ihrem Blickfeld befindlichen Kamera (4, 8) im Blickfeld befinden.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Kamera (4, 6, 7, 8) bezüglich wenigstens eines Win-

kels verstellbar ist und daß der Verstellwert elektrisch erfaßbar und in die Bildauswertung übernehmbar ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

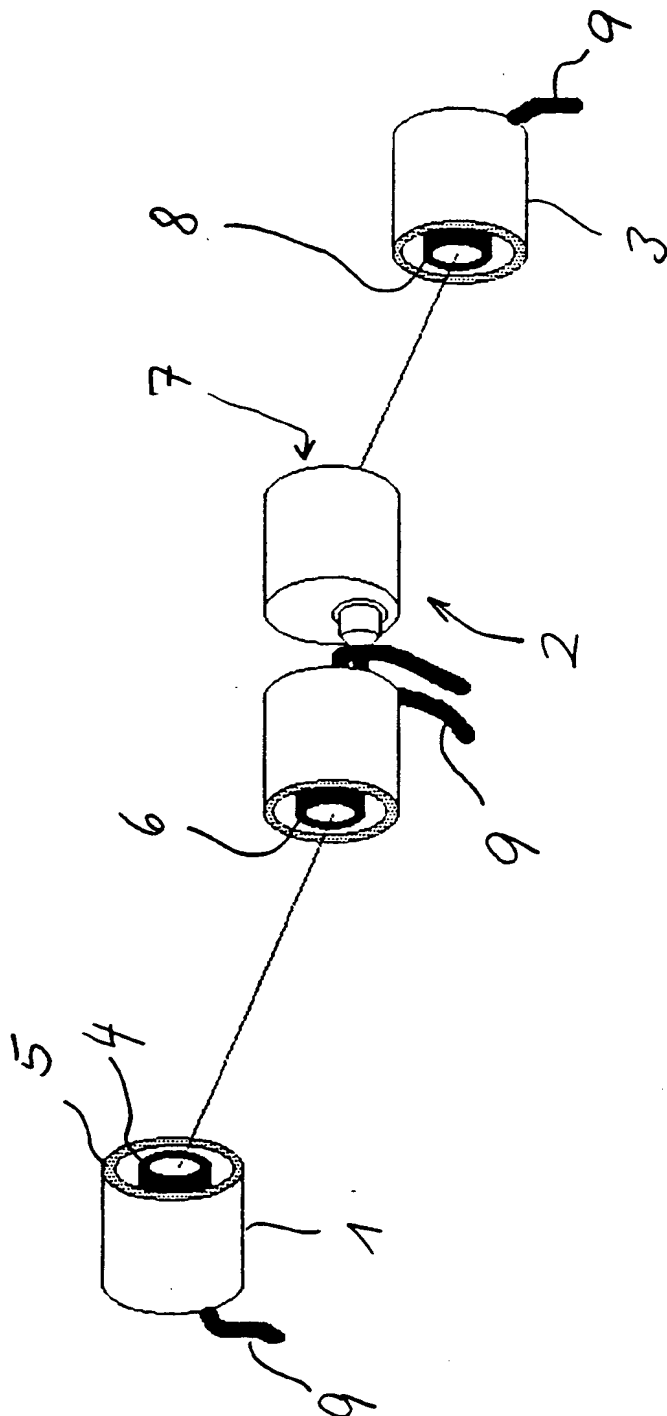
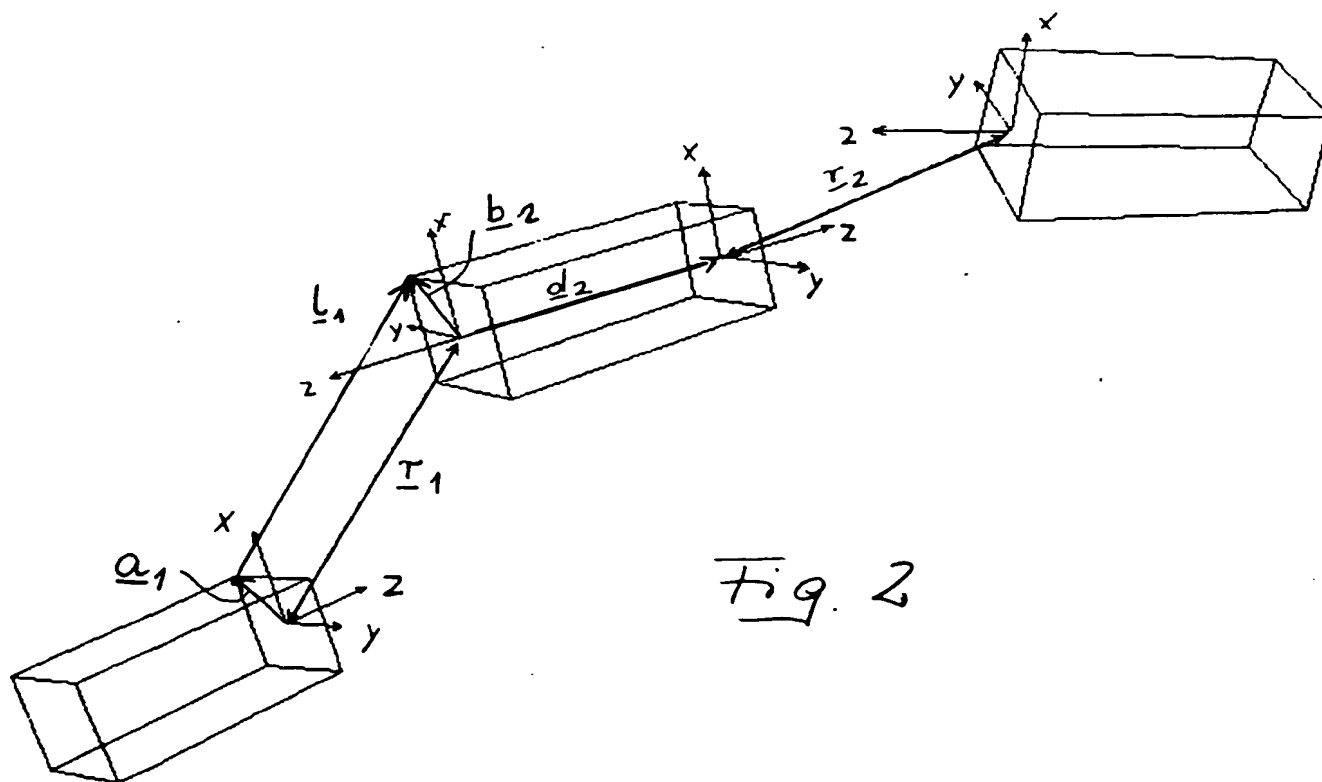


Fig. 1



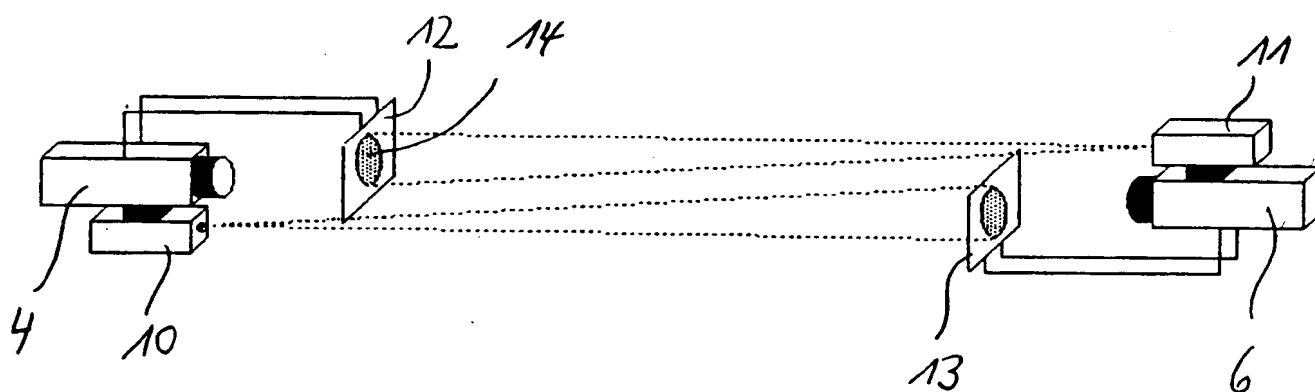


Fig 3